

Anlage C

Architektur des technologischen Systems

Inhaltsverzeichnis

Glossar und Definitionen.....	2
Akteure des öffentlichen Nahverkehrs	2
Liniennetz	2
Verkehrsdienste.....	3
1 Einleitung.....	4
2 Grobarchitektur IT-System im ÖPNV.....	4
2.1 Funktionale Architektur	5
2.2 Schnittstellen-Architektur	8
2.2.1 Mittelfristige Referenzschnittstellen	8
2.2.2 Kurzfristige Übergangsschnittstellen	12
2.3 Fahrzeugarchitektur.....	15
2.3.1 Mittel- und langfristige Fahrzeug-Architektur.....	15
2.3.2 Kurzfristige Fahrzeug-Architektur	18
Bibliographie.....	20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Funktionale Sicht der System-Architektur	5
Abbildung 2: System-Architektur mit Sicht auf die Protokolle und den Datenaustausch.	8
Abbildung 3: System-Architektur mit Sicht auf die Protokolle und den Datenaustausch (Migrations-Phase).	12
Abbildung 4: Mittel- und langfristige Fahrzeugarchitektur.	16
Abbildung 5: Kurzfristige Fahrzeug-Architektur	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Funktionale Beschreibung der Komponenten der Architektur.....	8
Tabelle 2: Beschreibung der verwendeten Schnittstellen in der System-Architektur.....	12
Tabelle 3: Beschreibung der verwendeten Schnittstellen in der System-Architektur (Migrations-Phase).	15
Tabelle 4: Funktionsbeschreibung der an Bord befindlichen Fahrzeugkomponenten.	18

Glossar und Definitionen

Die technischen Begriffe, die in diesem Dokument verwendet werden, folgen der Bedeutung der Definitionen, die in den wichtigsten europäischen Referenzstandards eingeführt wurden. Als Hauptnorm gilt insbesondere der Standard Transmodel [1], der das Referenzdatenmodell für den öffentlichen Verkehr definiert. Für jeden Begriff gibt es die entsprechende Übersetzung in Deutsch und Englisch. Die deutschen Begriffe stammen aus dem in Bearbeitung befindlichen Standard VDV-462 [2], der das europäische NeTEx-Protokoll Parts 1-2 [3]-[4] auf deutschem Gebiet umsetzt.

Akteure des öffentlichen Nahverkehrs

Fahrgäste (*auf English: passengers; auf Italienisch: passeggeri*): repräsentieren die zufriedenzustellende Nachfrage des Transportes.

Öffentliche Verwaltung (*auf English: public authorities; auf Italienisch: autorità pubbliche*): öffentliche Akteure, welche in verschiedenen Formen organisiert sein können (öffentliche Verwaltungen, in-house Gesellschaften etc.) sind für die gesamte Organisation und Verwaltung des öffentlichen Verkehrssystems verantwortlich. In der Autonomen Provinz Bozen sind die Zuständigkeiten unter den Behörden im Sinne des Landesgesetzes Nr. 15 vom 23.11.2015 verteilt. Die Autonome Provinz Bozen wird auch als **Vergabestelle** bezeichnet.

Verkehrsbetreib / Verkehrsunternehmen (*auf English: public transport operator; auf Italienisch: operatore di trasporto pubblico*): Verantwortlicher für die Erbringung eines ÖPNV-Dienstes gemäß einem mit einer öffentlichen Verwaltung abgeschlossenen Vertrages.

Systemlieferanten (*auf English: system suppliers; auf Italienisch: fornitori di sistema*): Akteure, die Hardware-Geräte, Software-Plattformen und/oder Anwendungen bereitstellen, um den Betrieb von ÖPNV-Diensten zu erleichtern.

Liniennetz

Liniennetz (*auf English: network; auf Italienisch: rete*): eine benannte Gruppierung von Linien, unter denen ein Transportnetzwerk bekannt ist.

Linie (*auf English: line; auf Italienisch: linea*): eine Gruppe von Linienfahrwegen, welche durch einen ähnlichen Namen oder ähnliche Nummer öffentlich bekannt ist.

Linienfahrweg (*auf English: route; auf Italienisch: percorso*) ist eine geordnete Liste von lokalisierten Punkten, die einen einzelnen Pfad durch das Straßen- (oder Schienen-) Netzwerk definieren. Eine Route kann denselben Punkt mehrmals passieren.

Teilstrecke (*auf English: link; auf Italienisch: arco/collegamento*): ein orientiertes räumliches Objekt der 1. Dimension das eine Verbindung zwischen zwei Punkten beschreibt.

Haltepunkt (*auf English: scheduled stop point; auf Italienisch: punto di fermata*): ein Punkt, an dem Passagiere an Fahrzeug ein- oder aussteigen können.

Haltestelle (*auf English: stop place; auf Italienisch: fermata*): ein Ort, der einen oder mehrere Plätze umfasst, an denen Fahrzeuge anhalten können und wo Fahrgäste in Fahrzeuge ein- oder aussteigen. Eine Haltestelle hat normalerweise einen oder mehrere bekannte Namen.

Haltestellenbereich (*auf English: stop place component; auf Italienisch: area di fermata*): ist ein Teil der Haltestelle, der eingeführt wurde, um die Modellierung der verschiedenen Teile, die eine Haltestelle charakterisieren, und die Modellierung von Fußgängerverbindungen innerhalb einer Haltestelle zu ermöglichen. Es gibt verschiedene Haltestellen-Komponenten:

- **Steig** (auf English: *quay*; auf Italienisch: *banchina*): ein Ort wie eine Plattform, wo Fahrgäste Zugang zu ÖPNV-Verkehrsmitteln haben. Ein Steig kann mit mehreren geplanten Haltepunkten verbunden sein.
- **Eingang** (auf English: *entrance*; auf Italienisch: *entrata*): ein physischer Eingang oder Ausgang zu / von einer Haltestelle. Es kann eine Tür, eine Barriere, ein Tor oder ein anderer erkennbarer Zugangspunkt sein.
- **Eingangshalle** (auf English: *access space*; auf Italienisch: *spazio di accesso*): ein Passagierbereich innerhalb einer Haltestelle, wie etwa eine Bahnhofshalle oder eine Buchungshalle oder ein Sicherheitsbereich, der für Fahrgäste zugänglich ist, jedoch ohne direkten Zugang zu Fahrzeugen.
- **Parkplatz** (auf English: *parking*; auf Italienisch: *zona di parcheggio*): ausgewiesene Orte zum Verlassen von Fahrzeugen wie Autos, Motorräder und Fahrräder.

Tarifzone (auf English: *tariff zone*; auf Italienisch: *zona tariffaria*): eine Zone, die zum Definieren einer Tarif-Bereichsstruktur in einem Bereichszähl- oder Matrixsystem verwendet wird.

Abfahrts- / Ankunftsart (auf English: *sites*; auf Italienisch: *luogo di partenza / destinazione*): ein bekannter Ort, auf den sich die Passagiere beziehen können, um den Start oder das Ziel einer Reise anzugeben.

Verkehrsdienste

Fahrzeit-Referenzpunkt (auf English: *timing point*; auf Italienisch: *punto di riferimento per i tempi di passaggio*): ein Haltepunkt, gegen die die mit den Laufzeiten der öffentlichen Verkehrsmittel verbunden sind.

Fahrzeitart (auf English: *journey pattern*; auf Italienisch: *tipo di percorrenza*): mit Fahrzeitarten werden den Linienfahrwegen unterschiedliche Fahrzeiten und Haltezeiten zugeordnet, die die erwartete Art der Erbringung der Dienstleistung durch Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs beschreibt. Damit ist eine Berücksichtigung der im Tagesverlauf wechselnden Verkehrsverhältnisse möglich.

Fahrt (auf English: *journey*; auf Italienisch: *corsa*): ist die geplante Bewegung eines öffentlichen Transportfahrzeugs an einem Tages-Typ auf einem bestimmten Linienfahrweg.

Geplante Fahrzeit (auf English: *timetabled passing time*; auf Italienisch: *orario previsto di passaggio*): langfristige geplante Zeitdaten für öffentliche Verkehrsmittel, die einen bestimmten Haltepunkt einer bestimmten Fahrt für einen bestimmten Tages-Typ passieren.

Anschluss (auf English: *interchange*; auf Italienisch: *coincidenza*): ist die geplante Möglichkeit zur Beförderung von Fahrgästen zwischen zwei Servicefahrten an denselben oder an verschiedenen geplanten Haltepunkten.

Fahrplan (auf English: *timetable frame*; auf Italienisch: *orario programmato*): eine organisierte Menge von Fahrten, denen die gleichen Gültigkeitsbedingungen zugewiesen wurden.

Fahrtumlauf (auf English: *block*; auf Italienisch: *piano di circolazione*): es ist die Arbeit eines Fahrzeugs von der Zeit, die es einen Parkplatz nach dem Parken bis zu seiner nächsten Rückkehr zum Parken an einem Parkplatz verlässt.

Tages-Typ (auf English: *day type*; auf Italienisch: *tipologia di giornata*): ist ein typischer Tag, der durch eine oder mehrere Eigenschaften gekennzeichnet ist, die bestimmen, wie der ÖPNV-Dienst ausgeführt wird. Beispiele: Wochentage oder Feiertage.

Gültigkeitsbedingungen (auf English: *validity conditions*; auf Italienisch: *condizioni di validità*): Sind Gültigkeitsregeln, die beschreiben, ob ein Dienst an einem bestimmten Tag durchgeführt wird oder nicht (z.B. nur vom 31.12. bis zum 3.4).

1 Einleitung

Die in diesem technischen Anhang enthaltenen Spezifikationen wurden im Rahmen des Projekts "Bingo" (*Broad Information Goes Online*) definiert, das vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) finanziert wird. Das Projekt wird von der Südtiroler Transportstrukturen AG (STA) in enger Zusammenarbeit mit der Mobilitätsabteilung der Autonomen Provinz Bozen durchgeführt und hat sich zum Ziel gesetzt, eine neue IT-Architektur für die Verwaltung des ÖPNV zu konzipieren und umzusetzen.

2 Grobarchitektur IT-System im ÖPNV

In diesem Kapitel wird die neue Grobarchitektur des IT-Systems in ÖPNV erläutert, auf welche Art und Weise die ÖPNV-Dienste in Südtirol aus informationstechnischer Sicht verwaltet werden sollen.

Diese Einführung gliedert sich in verschiedene "Ansichten", die die Architektur in verschiedenen Ebenen darstellen:

- **"funktionale" Ansicht**, welche die Architektur aus der Sicht der Daten-Typologie darstellt, welche zwischen den verschiedenen System-Akteuren und den von ihnen kontrollierten Komponenten ausgetauscht werden;
- **"Protokoll"-Ansicht**, verdeutlicht, welche Protokolle bei Funktionstüchtigkeit beim automatischen Daten-Austausch zwischen den verschiedenen Komponenten benützt werden.

Bei der "Protokoll"-Ansicht liegt eine zusätzliche Ansicht bei, welche die **zusätzlichen Protokolle** darstellt, die in der **ersten Phase der Implementierung** verwendet werden können. Diese Wahl wurde im Wesentlichen aus zwei Gründen getroffen:

- dies ermöglicht die für die Implementierung der Systemarchitektur erforderliche Zeit zu minimieren, indem Produkte und Lösungen genutzt werden, die auf dem Markt weit verbreitet sind;
- darauf warten, dass die vorgeschlagenen Standards eine gewisse Reife erlangen, sowohl auf Ebene als *Release* von Seiten des Europäischen Normungsausschusses CEN, der sich um seine Entwicklung kümmert, als auch auf der Ebene der Annahme auf nationaler und europäischer Ebene, mit der sich daraus ergebenden Anwendung von Produkten und Lösungen auf dem Markt, welche mit diesen kompatibel sind.

Abschließend wird diese Einführung durch eine spezifische Sicht auf die **Fahrzeugarchitektur** ergänzt, die eine erste grobe Präsentation darüber bietet, wie die On-Board-Komponenten miteinander verbunden sind und interagieren müssen, um den erwarteten Betrieb zu gewährleisten. Auch in diesem Fall folgt die vorgeschlagene Architektur den modernsten Standards, entsprechend den Besonderheiten des integrierten Tarifsystems Südtirols.

Alle Ansichten zeichnen sich auch durch eine klare Aufgabenverteilung der verschiedenen Systemakteure aus, so dass die den Betreibern übertragenen Aufgaben sofort klar und nachvollziehbar sind.

2.1 Funktionale Architektur

Abbildung 1 zeigt die funktionale Sicht der kompletten System-Architektur, die nach Komponenten aufgeteilt in Tabelle 1 detailliert beschrieben ist. Die Komponenten des Bieters, der den Zuschlag erhält, sind blau markiert, während die von STA im Auftrag der Abteilung Mobilität der Autonomen Provinz Bozen kontrollierten Komponenten gelb dargestellt sind. Die orangenen Komponenten beziehen sich auf das Ticketing-Subsystem, dessen Verwaltung und Wartung derzeit im Namen von STA einem externen Unternehmen übertragen worden ist.

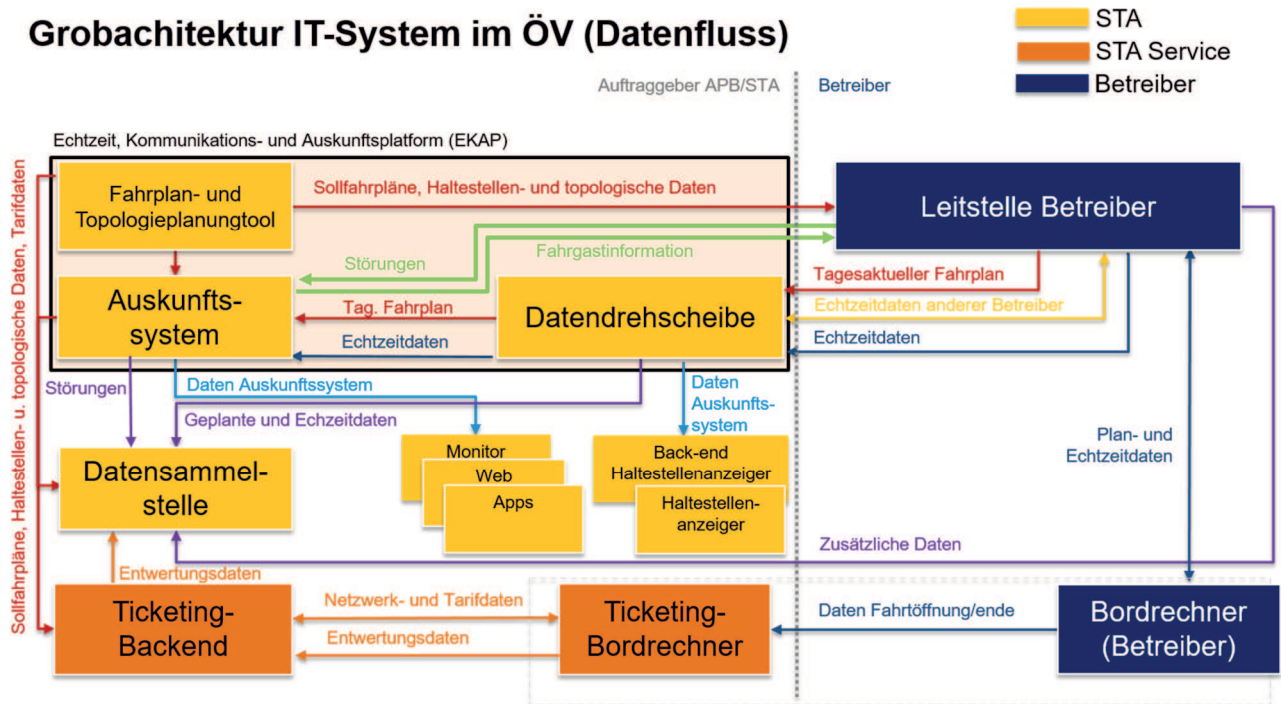


Abbildung 1: Funktionale Sicht der System-Architektur.

Komponente	Beschreibung
Echtzeit, Kommunikations- und Auskunftssystem (EKAP)	Es handelt sich um eine Makrokomponente, die die Aufgabe hat, den Auftraggeber bei der Planung des Dienstes und der Bereitstellung von Informationsdiensten für Reisende zu unterstützen. Es besteht aus dem Planungstool für die Fahrpläne und dem topologischen Netz, dem Tool für die Echtzeit-Datenverwaltung und dem Informationssystem.
Fahrplan- und Topologie-Planungstool	Diese Komponente hat die Aufgabe, alle Plandaten des öffentlichen Nahverkehrs zu verwalten (insbesondere die Netzwerktopologie mit der Charakterisierung von Haltestellen und Teilstrecken und die Details des geplanten Dienstes mit Informationen über geplante Fahrten). Zurzeit wird diese Aufgabe durch eine Instanz des Tools DIVA der deutschen Firma Mentz ¹ gelöst. Der Datensatz, der mit diesem Tool verwaltet wird, ist als „Master“ für die gesamte Systemarchitektur zu verstehen: Er ist als einzige Referenz für alle Systeme zu verstehen, insbesondere für die Systeme, die vom Betreiber verwaltet werden, mit denen ihre internen Serviceplanungsaktivitäten durchgeführt werden.

¹ Weitere Informationen zum Tool finden Sie auf folgender Webseite <https://www.mentz.net/en/vehicle-and-duty-scheduling/diva/>

Komponente	Beschreibung
Leitstelle Betreiber	Diese Komponente umfasst alle Back-End-Systeme, die der Betreiber verwendet, um (i) die Erbringung der ihm zugewiesenen öffentlichen Verkehrsdienste intern zu planen (Planung von Fahrzeug- und Fahrerschichten mit Zuordnung zu den Fahrern) und (ii) in Echtzeit, die durch eine ständige Verbindung zur eigenen im Einsatz befindenden Fahrzeugflotte zu verwalten. Diese Aufgaben können mit einem oder mehreren Tools ausgeführt werden: Dies gibt dem Betreiber die völlige Freiheit, die von ihm als angemessen erachtete technische Lösung zu verwenden.
Datendrehscheibe	Die neue IT-Architektur für den öffentlichen Personennahverkehr in Südtirol beinhaltet eine neue Systemkomponente, die im Wesentlichen zwei unterschiedliche Aufgaben hat: (i) die Echtzeitdaten aller ÖPNV-Betreiber (auch von Eisenbahnen) über die derzeit angebotenen Dienste erfassen; (ii) diese Daten, entsprechend verarbeitet, an alle Akteure im System (einschließlich der Betreiber selbst) zu verteilen, um ausreichend Informationen für den Fahrgast bereitzustellen und eine Effizienz-Steigerung des Dienstes durch die Fähigkeit, Anschlüsse verschiedener Fahrten flexibel zu verwalten. In diesem Zusammenhang haben die Betreiber im Wesentlichen drei Aufgaben: (i) Bereitstellung des Tagesfahrplans, der eine Aktualisierung durch das Planungstool für Fahrpläne und Netzwerktopologie erstellten und verwalteten Referenzfahrplanes darstellt, angereichert mit einigen Daten wie z.B. die Zuordnung einer Fahrzeugidentifikation zu einer bestimmten Fahrt; (ii) Bereitstellung von Echtzeit-Daten der Position ihrer Fahrzeuge; (iii) Echtzeit-Daten anderer Betreiber der im System erbrachten Dienste zu empfangen, um Anschlüsse verwalten zu können und die Fahrgäste an Bord ihrer Fahrzeuge zu informieren.
Auskunftssystem	Diese Komponente ist das Hauptsystem zum Einspeisen der verschiedenen Informationskanäle, mit denen die Fahrgäste des öffentlichen Nahverkehrs über die bereitgestellten Dienste und ihren aktuellen Status informiert werden können. Im Allgemeinen ist diese Komponente der einzige Punkt für die Verteilung der Informationen, mit der sich Anwendungen von Drittanbietern verbinden können, um Daten anzufordern, um diese den Fahrgästen anzuzeigen: die einzige Ausnahme ist das System der dynamischen Haltestellenanzeigen, welches durch Ad-hoc-Datenprotokolle aus der Datendrehscheibe versorgt wird. Neben der vereinfachten Bereitstellung dieser Informationen nach offenen Lizenzen, welche noch definiert werden, bietet diese Komponente zusätzliche Funktionen, die die Planungsaufgaben einer Fahrt vereinfachen, wie z.B. die Funktion routing / journey planning für die Empfehlung von verschiedenen Reiseoptionen, um zu jeder Tageszeit von einem Punkt zu einem anderen in Südtirol zu kommen. Eine weitere Funktionalität, die von dieser Komponente verwaltet wird, ist die Berechnung des Tarifs für eine bestimmte Strecke. Im Moment wird diese Aufgabe mit Hilfe des EFA-Tools (<i>Elektronische Fahrplanauskunft</i>) der Firma Mentz ² durchgeführt, zudem ist das System mit einem ICS-Modul (<i>Incident Capture System</i>) für das Störungsmanagement ausgestattet. Die Übertragung dieser

² Weitere Informationen zum Tool finden Sie auf folgender Webseite
<https://www.mentz.net/verkehrsauskunft/efa/>

Komponente	Beschreibung
	Informationen (manuell sowie über SIRI SX) an das System des Auftraggebers liegt in der Verantwortung des Auftragnehmers.
Monitore, Web, Apps	Dieser Block zeigt einige der möglichen digitalen Kanäle, über die Benutzer die geplanten und Echtzeitinformationen des öffentlichen Nahverkehrssystems einsehen können. In Zukunft werden neben den "offiziellen" Informationskanälen, die von STA im Auftrag der Autonomen Provinz Bozen verwaltet werden, auch Anwendungen von Drittanbietern nebeneinander existieren. Auf diese Weise wird es möglich sein, die verschiedenen Zielgruppen auf äußerst effektive Weise zu erreichen und die Sichtbarkeit dieser Informationen und im Allgemeinen des gesamten vorgeschlagenen öffentlichen Verkehrsangebots zu verstärken.
Backend und Haltestellenanzeiger	Diese Komponente hat die Aufgabe, alle digitalen Informationen an den Haltestellen zu verwalten. Es besteht aus den Anzeigern an den Haltestellen und einem Backend-System, von dem sie in vereinfachter Form die anzuzeigenden Informationen erhalten. Insbesondere hat das Back-End-System die Aufgabe, die von der Datendrehscheibe empfangenen Daten in Echtzeit neu zu verarbeiten, um sie für die Anzeige der Bedürfnisse an den Haltestellen vorzeigbar zu machen. Diese Komponenten werden komplett von STA im Auftrag der Autonomen Provinz Bozen verwaltet; der Betreiber ist nicht an der Verwaltung beteiligt.
Bordrechner (Betreiber)	Diese Komponente befindet sich an Bord aller öffentlichen Verkehrsmittel des Betreibers und hat im Wesentlichen zwei Aufgaben: (i) die gesamte Ausrüstung an Bord des Fahrzeugs zu verwalten (mit Ausnahme des Ticketing-Systems); (ii) das Übertragen aller für die Überwachung des Dienstes nützlichen Echtzeit-Daten an die Leitstelle des Betreibers.
Ticketing-Bordrechner	Diese Komponente befindet sich an Bord aller öffentlichen Verkehrsmittel des Betreibers und hat im Wesentlichen zwei Aufgaben: (i) Verwaltung des Betriebs der an Bord befindlichen Entwertungsmaschinen und Fahrkartenausgabeautomaten und Speichern aller durchgeführten Entwertungen und ausgegebenen Fahrkarten; (ii) das Übertragen der Daten aller registrierten Entwertungen und registrierten Fahrkartenverkäufe an das Back-End-System des Ticketing-Systems. Der Betrieb dieser Komponente wird vom Bordrechner des Betreibers durch ein dokumentiertes Protokoll gesteuert.
Ticketing-Backend	Diese Komponente hat die Aufgabe, alle Funktionen des heute in Südtirol gebräuchlichen Tarifsystems zentral zu verwalten. In der hier gezeigten Architekturansicht werden zwei wichtige Merkmale hervorgehoben: (i) die Sammlung der Entwertungen beim Ticketing-Bordrechner, die für die Berechnung der Beträge für jede Fahrt eines jeden Fahrgastes erforderlich sind und die Sammlung der ausgestellten Fahrkarten; (ii) die Bereitstellung der an der Datensammelstelle berechneten Tarifdaten, damit sie für mehrere Zwecke verwendet werden können, um zunächst die Übereinstimmung zwischen Angebot und Nachfrage des Systems zu bewerten und um das Verbesserungspotential des vorgeschlagenen Angebots zu ermitteln.
Datensammelstelle	Die neue IT-Architektur für den öffentlichen Personennahverkehr in Südtirol sieht die Einführung einer neuen Systemkomponente vor, die eine entscheidende Aufgabe haben wird: die Historisierung aller relevanten Daten

Komponente	Beschreibung
	des öffentlichen Verkehrssystems, damit sie im Nachhinein für mehr oder weniger aufwendige Analysen genutzt werden können. Die wichtigste davon betrifft die Überwachung der vom Betreiber erbrachten Dienstleistungen auf der Grundlage der im Dienstleistungsvertrag festgelegten quantitativen Indikatoren. Diese Datensammelstelle wird von zahlreichen Systemkomponenten gespeist: dem Planungstool der Fahrpläne und der Netzwerktopologie, um die geplanten Referenzdaten zur Verfügung zu haben; die Datendrehzscheibe, um eine Historie der tatsächlich bereitgestellten Dienste aufrechtzuerhalten; und das Ticketing-Backend-System, um eine Übereinstimmung mit dem tatsächlich ermittelten Bedarf zu haben. Schließlich wird ein weiterer Datenfluss direkt von der Leitstelle des Betreibers vorgesehen, um anschließend zusätzliche für diese Zwecke nützliche Datensätze, wie die Charakterisierung der umlaufenden Fahrzeugflotte oder zusätzliche Bord-Daten, wie z.B. die Anzahl der an den Fahrzeugen anwesenden Fahrgäste zur Verfügung zu haben.

Tabelle 1: Funktionale Beschreibung der Komponenten der Architektur.

2.2 Schnittstellen-Architektur

Auf der Ebene der Datenschnittstellen basiert die Architektur auf einem massiven Einsatz modernster europäischer Standards auf dem neuesten Stand der Technik.

2.2.1 Mittelfristige Referenzschnittstellen

In Abbildung 2 wird die komplette System-Architektur in Bezug auf Datenaustauschprotokolle. Die Details der Schnittstellen sind in Tabelle 2 gezeigt.

Grobarchitektur IT-System im ÖV (Protokolle)

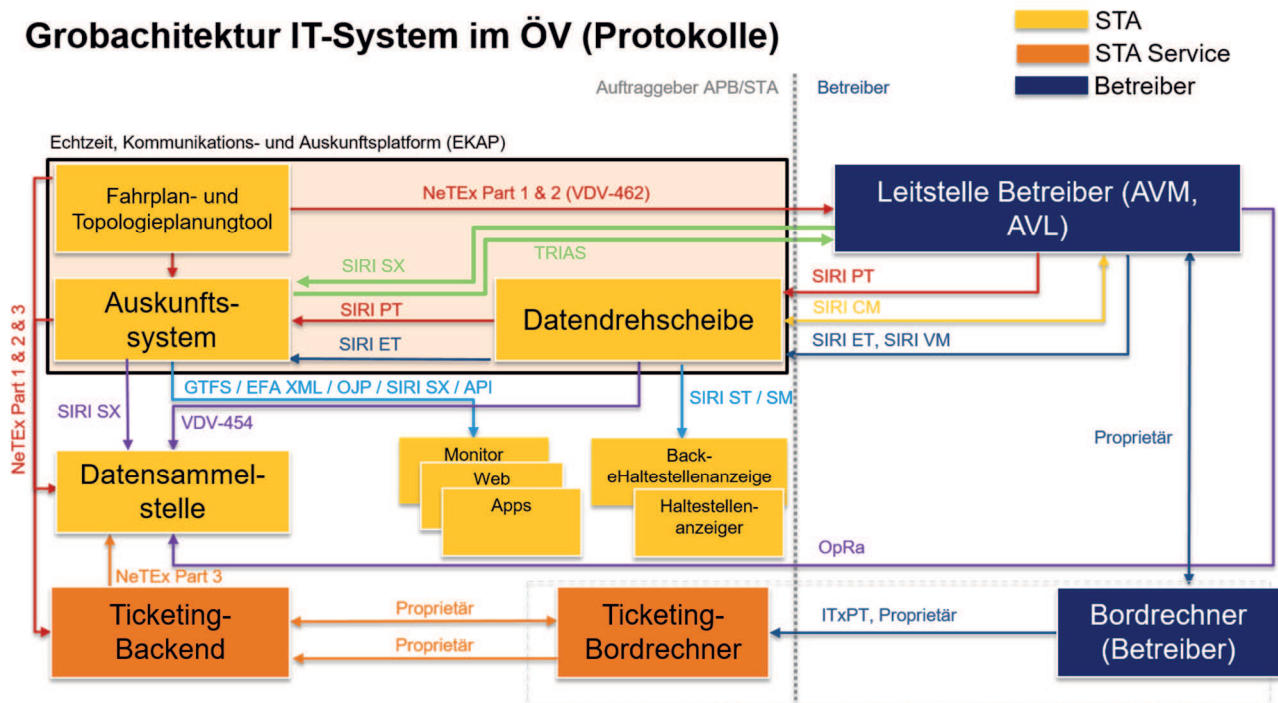


Abbildung 2: System-Architektur mit Sicht auf die Protokolle und den Datenaustausch.

Komponente A	Komponente B	Beschreibung
Fahrplan- und Topologie-Planungstool	Leitstelle Betreiber	Die topologischen Daten des öffentlichen Verkehrsnetzes und die Fahrpläne der geplanten Dienste werden über den Standards NeTEx Part 1-2, genauer gesagt über das deutsche Profil des Standards (VDV-462) in seiner Version "ITCS-L3" zur Verfügung gestellt. Der Datensatz enthält insbesondere die Meldedaten der Haltestellen (einschließlich der Haltestellenbereiche und -punkte), der Teilstrecken, der Linienfahrwege, der Linien, der Fahrzeiten der Linienfahrwege, der Kalenderdaten, der Fahrten und der Anschlüsse. Die Informationen sind, wo es der Standard vorsieht, in mehreren Sprachen verfügbar: Italienisch, Deutsch und Ladinisch Die Übertragung, zunächst auf Basis von Exportdateien und später ggf. auch über Web-Services, ist mit einem ersten Versand (neue Jahresfahrpläne) und periodischen Versendungen strukturiert, die alle geplanten Änderungen dieses Referenzfahrplans beinhalten.
Fahrplan- und Topologie-Planungstool	Ticketing-Backend	Das Backend des Ticketingsystems wird nicht nur durch den topologischen Datensatz des öffentlichen Verkehrsnetzes und die Fahrpläne der Dienste über das Protokoll NeTEx Parts 1-2 (VDV-462) versorgt, sondern auch mit weiteren für die korrekte Kalibrierung des Tarifsystems notwendigen Basisinformationen, wie zum Beispiel den Entfernungen zwischen zwei Tarifzonen. Diese zusätzlichen Daten werden über das Protokoll NeTEx Part 3 (<i>Fare Frame</i>) übertragen. Diese Daten liegen in Verantwortung der STA.
Fahrplan- und Topologie-Planungstool	Auskunftssystem	Das Informationssystem wird vom Fahrplan- und Topologie-Planungstool durch einen automatischen Prozess gespeist.
Leitstelle Betreiber	Bordrechner (Betreiber)	Das Subsystem der Betreiber-Leitstelle, der die Fahrzeugflotte in Echtzeit verwaltet, überträgt die geplanten angereicherten Daten an die auf seinen Fahrzeugen installierten Bordrechner mit einem proprietären Protokoll. Wichtig ist die kontinuierliche Aktualisierung der Datenbank an Bord der Fahrzeuge mit mindestens derselben Häufigkeit, mit der die Plandaten durch das Fahrplan- und Topologie-Planungstool übertragen werden, um den ordnungsgemäßen Betrieb des Teilsystems Ticketing zu gewährleisten und Inkonsistenzen in Bezug auf das Senden von Daten in Echtzeit zu vermeiden. Mit Blick auf die Zukunft wird die Möglichkeit geprüft, die Schnittstelle mit der Spezifikation S04 ITxPT kompatibel zu machen [5]. Hierzu dienen die Innovationsgespräche zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.
Bordrechner (Betreiber)	Leitstelle Betreiber	Das Subsystem der Leitstelle des Betreibers, welches die Fahrzeugflotte in Echtzeit verwaltet, erhält von den auf

Komponente A	Komponente B	Beschreibung
		<p>seinen Fahrzeugen installierten Bordrechner die Echtzeitposition der Fahrzeuge mit einem proprietären Protokoll. Die Bordrechner müssen außerdem in Echtzeit oder am Ende einer Fahrt einen zusätzlichen Datensatz senden, der anschließend an die Datensammelstelle übermittelt wird, wie z. B. die Anzahl der Fahrgäste an Bord. Auch in diesem Fall wird die Möglichkeit geprüft, die Schnittstelle mit der Spezifikation S04 ITxPT kompatibel zu machen. Hierzu dienen die Innovationsgespräche zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.</p>
Leitstelle Betreiber	Datendrehscheibe	<p>Das Subsystem der Leitstelle des Betreibers, der die Fahrzeugflotte in Echtzeit verwaltet, übermittelt der Datendrehscheibe (i) den geplanten Tagesfahrplan, der eventuelle Änderungen zum Jahresfahrplans enthält, wie im folgenden Kapitel dargestellt wird und (ii) den aktualisierten Tagesfahrplan, einschließlich Informationen in Echtzeit über die erbrachten Dienstleistungen. Diese Datensätze werden über die Protokolle über SIRI PT, SIRI ET und SIRI VM übertragen.</p>
Leitstelle Betreiber	Auskunftssystem	<p>Die Leitstelle sendet Benachrichtigungen über Betriebsstörungen an das Informationssystem. Die Übertragung der Störungen erfolgt über das SIRI SX-Protokoll.</p>
Datendrehscheibe	Auskunftssystem	<p>Die Datendrehscheibe überträgt die von den Leitstellen der Betreiber empfangenen und untereinander aggregierten Informationen über die gleichen Protokolle SIRI PT und SIRI ET an das Auskunftssystem.</p>
Datendrehscheibe	Backend und Haltestellenanzeiger	<p>Die Datendrehscheibe versorgt das Backend der Haltestellenanzeiger, indem es die von den Leitstellen der Betreiber übertragenen Datensätze, entsprechend konvertiert, über die Protokolle SIRI ST und SM sendet. Konkret werden diese Protokolle verwendet, um geplante und aktuelle Abfahrten an den Haltestellen der einzelnen Fahrten zu senden.</p> <p>Das Backend bearbeitet diese Daten und sendet sie über eine proprietäre Schnittstelle an die Haltestellenanzeiger.</p>
Auskunftssystem	Monitore, Web, Apps	<p>Das Auskunftssystem stellt Dritten Plan- und Echtzeit-Informationen über die erbrachten Transportleistungen zur Verfügung.</p> <p>Diese Informationen werden über Standardschnittstellen wie OJP, EFA-XML, GTFS und SIRI SX (für Informationen über Störungen) und eventuell über eine Ad-hoc-API bereitgestellt. Dritten werden auch Widgets zur Verfügung gestellt, um die Integration in bestehende Webanwendungen zu erleichtern.</p>
Datendrehscheibe	Leitstelle Betreiber	<p>Das Subsystem der Leitstellen der Betreiber, welches die Fahrzeugflotte in Echtzeit verwaltet, sendet nicht nur</p>

Komponente A	Komponente B	Beschreibung
		Daten in Echtzeit an die Datendrehscheibe. Die Leitstelle der Betreiber kann auch Daten von anderen Betreibern anfordern. Insbesondere ist die Verwaltung der Anschlüsse vorgesehen. In diesem Fall werden Anfragen nach garantierten Anschlüssen von anderen Betreibern über die Datendrehscheibe bereitgestellt. Der Betreiber kann die nachgeschaltete Verbindung in Absprache mit dem Fahrer des an der Anfrage beteiligten Fahrzeugs bestätigen oder nicht garantieren. Die Interaktion zwischen der Datendrehscheibe und der Leitstelle der Betreiber erfolgt über das Protokoll SIRI-CM.
Auskunftssystem	Leitstelle Betreiber	Die Leitstelle erhält vom Informationssystem alle Informationen, die für den Betrieb seines Fahrgastinformationssystems erforderlich sind, einschließlich des fahrzeuginternen Informationssystems seiner Flotte. Diese Informationen sind über die TRIAS-Schnittstelle verfügbar, die in der VDV-431-Spezifikation (Teile 1 und 2) [6]- [7] beschrieben ist.
Datendrehscheibe	Datensammelstelle	Die Datendrehscheibe liefert der Datensammelstelle den kompletten Datensatz für die geplanten und durchgeführten Tagesfahrten gemäß der Norm VDV-454 (" <i>Komplettfahrtmeldung mit RealZeit</i> "). Es gilt ausschließlich die letzte vom Auftragnehmer übermittelte Meldung.
Fahrplan-und Topologie-Planungstool	Datensammelstelle	Das Fahrplan-und Topologie-Planungstool überträgt die komplette Serviceplanung inklusive der systemgesteuerten Tarifdaten an die Datensammelstelle. Die Übertragung erfolgt mit dem Protokoll NeTEx Parts 1-2 (VDV-462) für die Topologie und Jahresfahrpläne und NeTEx Part 3 (<i>Fare Frame</i>) für die Daten des Tarifsystems. Dieser Datensatz wird hauptsächlich zu Vergleichszwecken mit den effektiven Daten der Datendrehscheibe und des Backends des Tarifsystems verwendet.
Auskunftssystem	Datensammelstelle	Das Informationssystem sendet die Liste der Benachrichtigungen über Betriebsstörungen an die Datensammelstelle, damit diese Informationen beim Soll-/Istvergleich berücksichtigt werden können.
Bordrechner (Betreiber)	Ticketing-Bordrechner	An Bord der Fahrzeuge ist eine automatische Interaktion zwischen dem vom Betreiber verwalteten Bordrechner und dem Bordrechner des Subsystems des Ticketing vorgesehen. Insbesondere ist der Ticketing-Bordrechner durch den Bordrechner des Betreibers mit allen notwendigen Informationen, wie z.B. Fahrtöffnung/-ende zu versorgen. Diese Interaktion erfolgt über ein proprietäres Protokoll (Anlage der Ausschreibungsunterlagen), welches der Betreiber implementieren muss.

Komponente A	Komponente B	Beschreibung
Ticketing-Bordrechner	Ticketing-Backend	Die an Bord der Fahrzeuge aufgezeichneten Entwertungen werden gesammelt und vom Bordrechner bei Abschluss jeder Fahrt an das Backend übermittelt. Die Übertragung erfolgt über proprietäre Protokolle, die vom Anbieter des Ticketingsubsystems implementiert werden.
Ticketing-Backend	Datensammelstelle	Das Backend des Ticketingsystems sendet regelmäßig die anonymisierte Bilanz des Tarifsystems an die Datensammelstelle. Diese Daten werden über das Standardprotokoll NeTEx Part 3 (<i>Sales Transaction Frame</i>) übertragen.
Leitstelle Betreiber	Datensammelstelle	Dieser Datenfluss verwaltet die periodische Übertragung von zusätzlichen Datensätzen, die sich im Besitz des Betreibers befinden und die für die nachträgliche Charakterisierung und Bewertung der betrieblichen Dienste nützlich sind, auch um die Einhaltung der Qualitätsindikatoren zu überprüfen. Dieser Datenfluss wird im laufenden Betrieb über das OpRa-Protokoll realisiert.

Tabelle 2: Beschreibung der verwendeten Schnittstellen in der System-Architektur.

2.2.2 Kurzfristige Übergangsschnittstellen

Dieselbe Ansicht des vorherigen Absatzes wird auch in Abbildung 3: dargestellt, wobei jedoch die Datenaustauschprotokolle hervorgehoben werden, die während der ersten Implementierungsphase bis zur vollständigen Umsetzung der oben genannten Protokolle akzeptiert werden. Die Details des Zeitpunkts, zu dem dieser Übergang verwaltet wird, sind in Tabelle 3 dokumentiert.

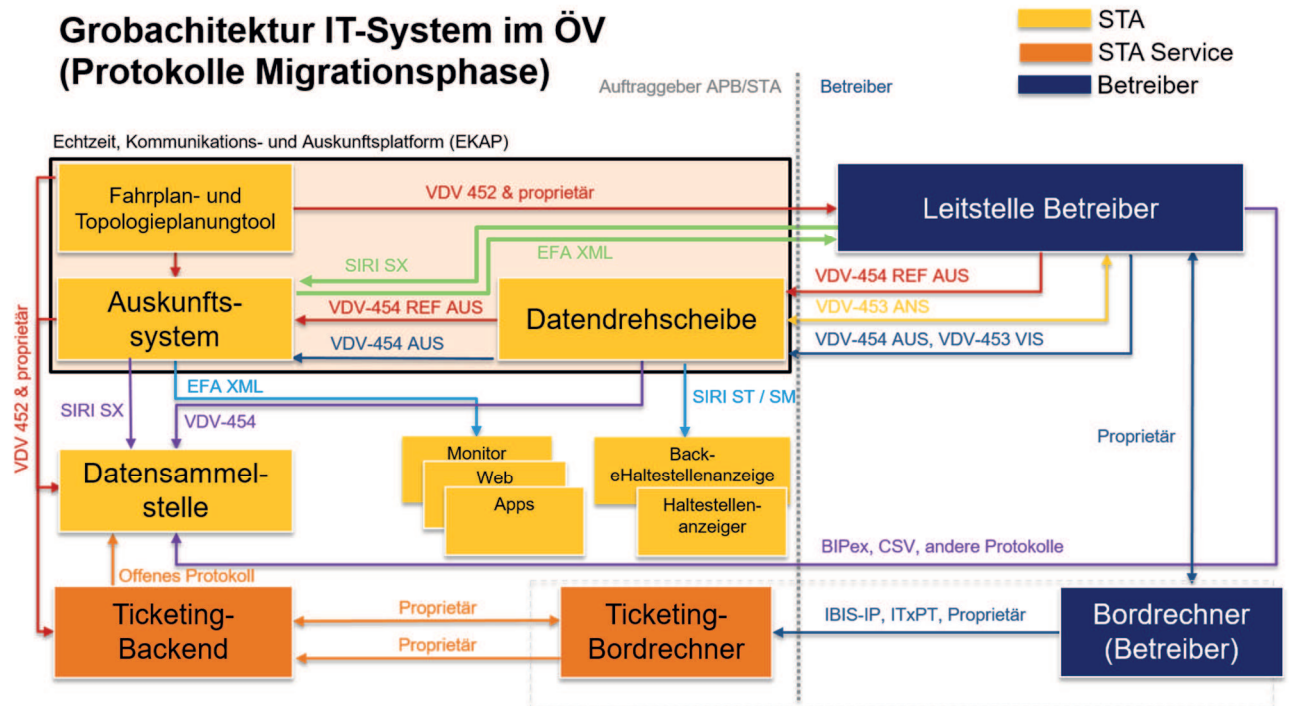


Abbildung 3: System-Architektur mit Sicht auf die Protokolle und den Datenaustausch (Migrations-Phase).

Komponente A	Komponente B	Beschreibung	Zeitraum Migration
Fahrplan- und Topologie-Planungstool	Leitstelle Betreiber	Die topologischen Daten des öffentlichen Verkehrsnetzes und die Fahrpläne der geplanten Dienste werden zunächst auch über den deutschen Standard VDV-452 zur Verfügung gestellt. Der Datensatz enthält insbesondere die Meldedaten der Haltestellen (mit den Details der Haltepunkte), der Teilstrecken, der Linienfahrwege, der Linien, der Fahrzeiten der Linienfahrwege, der Kalenderdaten, der Fahrten und der Anschlüsse. Die Informationen sind auf Italienisch verfügbar: Deutsche und ladinische Übersetzungen werden über zusätzliche Mapping-Dateien verfügbar sein. Die Übertragung basiert ausschließlich auf Exportdateien und ist mit einem Erstversand (neue Jahresfahrpläne) und periodischen Versendungen strukturiert, die alle geplanten Änderungen an diesem Referenzfahrplan enthalten.	Dieser Export wird bis zu 2 Jahre nach Beginn der Produktionsaufnahme der Architektur zur Verfügung stehen.
Fahrplan- und Topologie-Planungstool	Ticketing-Backend	-	Die Daten werden sofort über das Protokoll NeTEx Part 3 (<i>Fare Frame</i>) zur Verfügung gestellt.
Fahrplan- und Topologie-Planungstool	Auskunftssystem	-	Das Auskunftssystem wird von Beginn an durch das Fahrplan- und Topologie-Planungstool durch einen automatischen Prozess gespeist.
Leitstelle Betreiber	Bordrechner (Betreiber)	-	Die Übertragung der Daten von den Fahrzeugen zu den Leitstellen der Betreiber erfolgt von Beginn an mit technischen Lösungen der Betreiber, einschließlich eigener.
Bordrechner (Betreiber)	Leitstelle Betreiber	-	

Komponente A	Komponente B	Beschreibung	Zeitraumen Migration
Leitstelle Betreiber	Datendrehscheibe	Der geplante und aktualisierte Tagesfahrplan wird frühzeitig über das Protokoll VDV-454 (Dienst AUS und REF-AUS) zur Verfügung gestellt. Hinweis: VDV- 454 inkl. Komplettfahrtmeldung mit RealZeit	Dieser Übertragungsmodus steht bis zu 3 Jahre nach Beginn der Implementierung der Architektur zur Verfügung.
Datendrehscheibe	Auskunftssystem	Auch die Kommunikation zwischen diesen beiden Systemkomponenten wird zunächst über das Protokoll VDV-454 (Dienst AUS und, REF-AUS) abgewickelt.	
Datendrehscheibe	Backend und Haltestellenanzeiger	Geplante und aktuelle Änderungen an den Haltestellen der einzelnen Fahrten werden zunächst auch über das Protokoll VDV-453 (Dienste DFI und Ref-DFI) an das Remote-Backend der Haltestellenanzeigerverwaltung übertragen.	
Auskunftssystem	Monitore, Apps, Web,	Drittanwendungen werden die Daten am Anfang vom Auskunftssystem im Format EFA XML und später eventuell über eine Ad-hoc-API zur Verfügung gestellt werden. Die Widgets werden in einer ersten Version ab Beginn der Implementierungsaktivitäten verfügbar sein.	Die Bereitstellung der OJP-Dienste wird innerhalb von 3 Jahren nach Beginn der Implementierung der Architektur abgeschlossen sein. Die anderen vorgesehenen Schnittstellen werden stufenweise eingeführt.
Auskunftssystem	Leitstelle Betreiber	Auch die Leitstelle des Betreibers wird im Hinblick auf die Fahrgastinformation, vom bereits verfügbaren EFA XML-Dienst versorgt.	Die TRIAS-Schnittstelle wird innerhalb von zwei Jahren nach der Aufnahme des produktiven Einsatzes der Gesamtarchitektur implementiert.
Leitstelle Betreiber	Auskunftssystem	-	Die Benachrichtigungen von Störungsinformationen werden bereits von Beginn an durch das SIRI-SX Protokoll verwaltet.
Auskunftssystem	Datensammelstelle	-	
Datendrehscheibe	Leitstelle Betreiber	Die Verwaltung der Anschlüsse erfolgt zunächst über das Protokoll VDV-453, Dienst ANS inkl. Rückkanal.	Dieser Übertragungsmodus steht bis zu 3 Jahre nach Beginn der

Komponente A	Komponente B	Beschreibung	Zeitraum Migration
			Implementierung der Architektur zur Verfügung.
Datendrehscheibe	Datensammelstelle	-	Die Spezifikation VDV-454 ("Komplettfahrtmeldung mit RealZeit") wird bereits von Beginn an unterstützt.
Fahrplan-und Topologie-Planungstool	Datensammelstelle	-	Die Daten werden von Beginn an mittels Protokoll NeTEx Parts 1-2-3 übermittelt.
Bordrechner (Betreiber)	Ticketing-Bordrechner	-	Es wird von Beginn an ein proprietäres Protokoll verwendet, welches in der Ausschreibung als Anlage beiliegt.
Ticketing-Bordrechner	Ticketing-Backend	-	Die Fernübertragung der Entwertungen an Bord erfolgt von Beginn an über proprietäre Protokolle, die vom Anbieter des Teilsystems Ticketing implementiert werden.
Ticketing-Backend	Datensammelstelle	-	Die Daten werden ab sofort über das Protokoll NeTEx Part 3 (<i>Sales Transaction Frame</i>) zur Verfügung gestellt.
Leitstelle Betreiber	Datensammelstelle	In Erwartung einer detaillierten Definition des OpRa-Protokolls kann die Übertragung zusätzlicher Daten entweder über das BIPex -Protokoll (Teil Servizio Esercito) oder durch einfache Exports im .csv-Format bzw. mittels gemeinsam zu definierenden personalisierten Schnittstellen zu Beginn der Integrationsaktivitäten zu erfolgen.	Dieser Übertragungsmodus wird bis ungefähr 5 Jahre nach Beginn der Produktionsaufnahme der Architektur beibehalten. Die Einführung des OpRa-Protokolls wird entsprechend den Entwicklungen des zuständigen Normungsausschusses sorgfältig evaluiert.

Tabelle 3: Beschreibung der verwendeten Schnittstellen in der System-Architektur (Migrations-Phase).

2.3 Fahrzeugarchitektur

2.3.1 Mittel- und langfristige Fahrzeug-Architektur

Die mittel- und langfristige Visualisierung der Fahrzeug-Architektur, welche nur für neue Fahrzeuge, die nach der Betriebsaufnahme angeschafft werden, ist in Abbildung 4: dargestellt. Alle neuen Busse, die in Betrieb genommen werden sollen, müssen mit dieser Architektur voll kompatibel sein, mit Ausnahme von Fahrzeugen der Klasse A mit max. 9 Plätze. Das grundlegende Merkmal betrifft die Entscheidung, im Fahrzeug ein IP-

Netzwerk gemäß den ITxPT-Spezifikationen und –richtlinien vorzusehen [8]- [9]- [10]. In der Tabelle 4 werden kurz die erwarteten Funktionalitäten jeder Komponente aufgeführt, die sich durch obligatorische und optionale Komponenten unterscheiden.

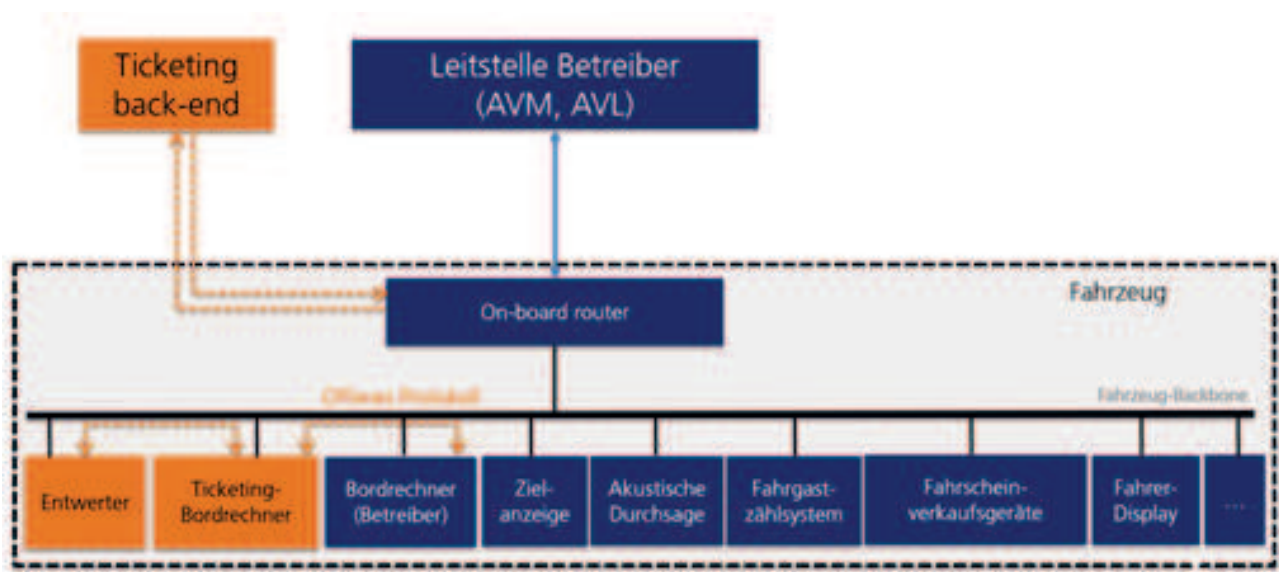


Abbildung 4: Mittel- und langfristige Fahrzeugarchitektur.

Komponente	Beschreibung	Verpflichtend [V] / Optional [O]
On-board Router	Der On-Board-Router hat die Aufgabe, die gesamte Datenkommunikation mit der Leitstelle des Betreibers sowie dem Ticketing-Backend, deshalb einschließlich des gesamten Datenflusses zwischen der Ticketing-Boardrechner und dem Ticketing-Subsystem zu verwalten.	V
Fahrer-Display	Das Fahrer-Display ist als Mensch-Maschine-Schnittstelle gedacht, die es dem Fahrer ermöglicht, mit beiden Bord-Rechnern zu interagieren und die verschiedenen Funktionen (z.B. Start / Ende einer Fahrt) zu verwalten.	V
Bordrechner (Betreiber)	Der Boardrechner des Betreibers ist die zentrale Einheit der Onboard-Architektur, die für den Informationsaustausch mit (i) dem Bodensegment über den Onboard-Router; (ii) den anderen über das Fahrzeug-IP-Netzwerk verbundenen Systemkomponenten des Betreibers. Es kann physikalisch in das Fahrerdisplay integriert werden.	V
Ticketing-Bordrechner	Der Ticketing-Bordrechner ist die On-Board-Komponente, die den Ticketverkauf steuert. Es werden im Wesentlichen zwei Funktionen verwaltet: (i) Verwaltung der Entwertungen	V

Komponente	Beschreibung	Verpflichtend [V] / Optional [O]
	und Registrierung der Entwertungen; (ii) Ausstellung von Fahrkarten an Bord. Der Ticketing-Bordrechner verwaltet natürlich auch die Kommunikation mit dem Backend über den On-Board-Router und gibt Informationen wie die Listen der gültigen-/ungültigen Fahrscheine weiter.	
Fahrscheinverkaufs-Geräte	Das Fahrscheinverkaufs-Gerät ist direkt über Kabel mit dem Ticketing-Bordrechner verbunden und hat die Funktion, Fahrkarten für den Verkauf an Bord vorzubereiten und zu drucken. Alternativ besteht die Möglichkeit, eine App auf dem Fahrer-Display zu installieren (mit Android-Betriebssystem).	O
Entwerter	Die Entwerter werden vom Ticketing-Bordrechner gesteuert und haben die Aufgabe, die verschiedenen im Tarifsysteem Südtirols vorgesehenen Fahrkarten zu validieren.	V
Seiten- und Frontanzeige	Die Seiten- und Frontanzeiger dienen dazu, die vom Fahrzeug bediente Linie für einen externen Fahrgast sichtbar zu machen.	V
Innenanzeiger	Die Innenanzeiger haben die Funktion, den Fahrgästen relevante Reiseinformationen (z.B. Informationen zur Fahrt, Vorhandensein von Anschlüssen) und andere digitale Informationsinhalte für Informations- und Werbezwecke zu präsentieren. Die Darstellung dieser Inhalte erfolgt nach von STA definierten Layouts und Modalitäten. Die Versorgung der Innenanzeiger erfolgt über dem IP-Bordnetzwerk und der Echtzeit, Kommunikations- und Auskunftsplattform (EKAP) der STA.	V
Akustische Anlage	Im Fahrzeug befindet sich auch ein Sprachansagesystem, das den Fahrgästen relevante Reiseinformationen (z.B. nächste Haltestelle) im Audiomodus zur Verfügung stellt. Sprachansagen werden von STA bereitgestellt.	V
Fahrgastzählsystem	An Bord sind auch Fahrgastzählssysteme zur Zählung der Fahrgäste an Bord vorgesehen. Der Betreiber hat das Recht, die technische Lösung zu wählen, die unter dem Gesichtspunkt des Kosten-	V: Für mind. 30% der Fahrzeuge (je Fahrzeugtyp und Gesamtfahrzeugflotte)

Komponente	Beschreibung	Verpflichtend [V] / Optional [O]
	/Leistungskompromisses am besten geeignet ist.	
Videoüberwachungssystem	An Bord kann optional ein Videoüberwachungssystem bereitgestellt werden, das im Offline-Modus betrieben werden kann oder eine Kommunikation mit einem Backend-System über den On-board-Router ermöglicht. Im letzteren Fall muss der Betreiber sicherstellen, dass genügend Bandbreite für die Kommunikation mit dem Bodensegment zur Verfügung steht, die von den verschiedenen Bord-Komponenten benötigt wird.	O
Firmentelefon	Der Betreiber muss sicherstellen, dass während der Durchführung des Dienstes jederzeit eine Audioverbindung zwischen seiner Leitstelle und dem Fahrer hergestellt werden kann.	V
Zukünftige Komponente	Generell muss die On-Board-Architektur so beschaffen sein, dass in Zukunft neue Komponenten mit neuen Funktionalitäten an das IP-Netzwerk angeschlossen werden können.	O

Tabelle 4: Funktionsbeschreibung der an Bord befindlichen Fahrzeugkomponenten.

2.3.2 Kurzfristige Fahrzeug-Architektur

Um das korrekte Funktionieren des aktuellen Ticketingsubsystems nahtlos zu gewährleisten, wird kurzfristig eine Übergangsarchitektur vorgeschlagen, die im Wesentlichen identisch mit der Abgebildeten ist, sich aber von derjenigen mit der Präsenz eines zweiten Routers unterscheidet, der speziell für die Datenkommunikation zwischen der Bordeinheit und dem Backend des Ticketingsubsystems vorgesehen ist, wie in Abbildung 5 dargestellt ist. Diese Übergangsarchitektur wird für einen indikativen Zeitraum von drei Jahren nach Beginn der Umsetzung der Architektur verwendet.

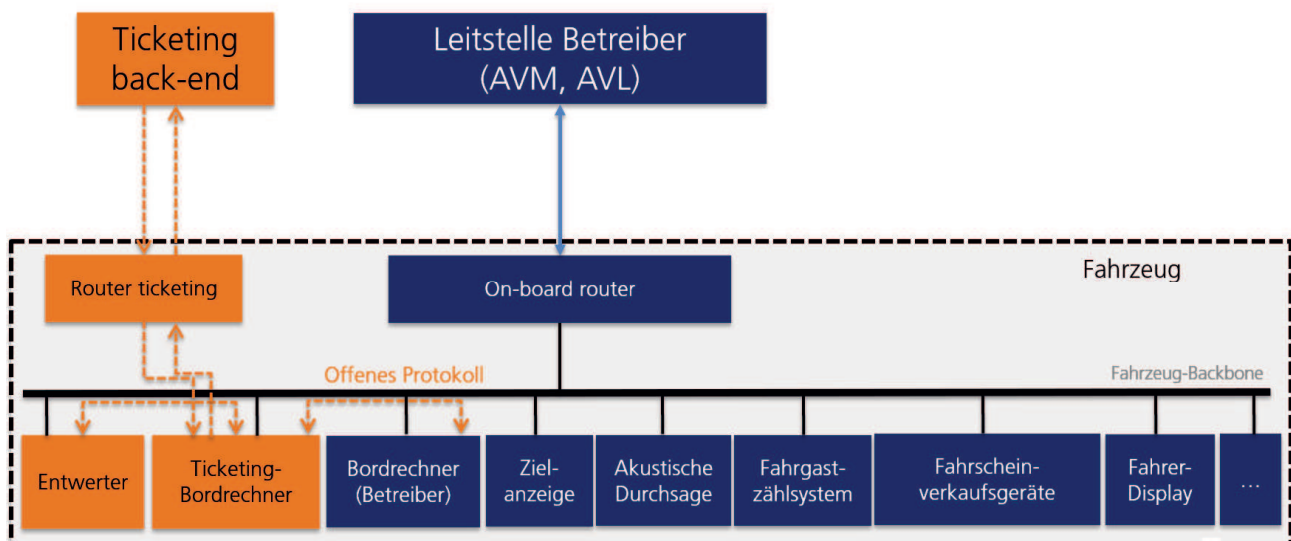


Abbildung 5: Kurzfristige Fahrzeug-Architektur.

Bibliographie

- [1] European Committee for Standardization (CEN), „Transmodel V6.0 - Definitions of concepts for parts 1-2-3,“ 2014.
- [2] VDV - Die Verkehrsunternehmen, „VDV-462: "Standardisierter Austausch von Liniennetz- und Fahrplandaten mit der europäischen Norm CEN-TS 16441 'NeTEx'",“ 2018.
- [3] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/TS 16614-1: 2014 "Public transport - Network and Timetable Exchange (NeTEx) - Part 1: Public transport network topology exchange format",“ 2014.
- [4] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/TS 16614-2: 2014 "Public transport - Network and Timetable Exchange (NeTEx) - Part 2: Public transport scheduled timetables exchange format",“ 2014.
- [5] ITxPT (Information Technology for Public Transport), „S04 - Over the Air (OtA) Architecture specifications (release S04v2.0_2017),“ 2017.
- [6] VDV - Die Verkehrsunternehmen, „VDV-431: "Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform EKAP" (Teil 1: Systemarchitektur),“ 2014.
- [7] VDV - Die Verkehrsunternehmen, „VDV-431: "Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform EKAP" (Teil 2: EKAP-Schnittstellenbeschreibung V1.2),“ 2017.
- [8] ITxPT (Information Technology for Public Transport), „S01 - Vehicle Installation Requirements Specifications (release S01v2.0_2017),“ 2017.
- [9] ITxPT (Information Technology for Public Transport), „S02 - Onboard Architecture specification (release S02v2.0_2017),“ 2017.
- [10] ITxPT (Information Technology for Public Transport), „S03 - Back-Office Architecture specifications (release S03v2.0_2017),“ 2017.